Z. Säugetierkunde **61** (1996) 54–58
© 1996 Gustav Fischer, Jena

Interindividuelle Zyklusdesynchronisation bei Goldhamsterweibchen, *Mesocricetus auratus*

Von R. Gattermann

Institut für Zoologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle

Eingang des Ms. 20. 05. 1995
Annahme des Ms. 24. 07. 1995

Zyklussynchronisation beschreibt die interindividuelle zeitliche Abstimmung der weiblichen Sexualzyklen hinsichtlich Physiologie und Verhalten. Sie ist häufig Bestandteil von saisonalen, lunaren und tidalen Fortpflanzungszyklen, die primär durch geophysikalische Zeitgeber synchronisiert werden. Diese biorhythmische Synchronisation kann durch eine inter- oder intrasexuelle ethologische Synchronisation, das heißt durch spezifische Verhaltensinteraktionen zwischen Männchen-Weibchen und Weibchen-Weibchen, verstärkt und beschleunigt werden. Intersexuelle, hauptsächlich zyklusinduzierende und damit auch synchronisierende Effekte der Männchen, sind für zahlreiche Arten belegt (Handelmann et al. 1980; McClintock 1981). Intrasexuelle Zyklussynchronisation kommt bei Ratten- (McClintock 1978), Wildschwein- (Delcroix et al. 1990) und Affenweibchen (Wallis et al. 1986; French und Stribley 1987) vor, sofern sie stabilen Sozietäten angehören und physische Kontaktmöglichkeiten haben. Ebenso kann bei Frauen, die in enger Wohngemeinschaft leben, eine Synchronisation der Menstruationszyklen nachgewiesen werden (McClintock 1971). Alle diese Arten haben eine soziale Lebensweise und ihre artspezifischen Zykluslängen weisen eine mehr oder weniger umfangreiche intra- und interindividuelle Variabilität auf.

Im Gegensatz dazu, ist der Sexualzyklus der Goldhamsterweibchen außergewöhnlich stabil. Er beträgt unter standardisierten Licht-Dunkel-Bedingungen (L : D = 12 : 12, 14 : 10) exakt 4 Tage und läßt sich in die Phasen Proöstrus (28 h), Östrus (16 h), Metöstrus (24 h) und Diöstrus (28 h) unterteilen (Gattermann et al. 1985; Fritzsche 1987). Abweichende Zykluslängen von 3 oder 5 Tagen kommen nur beim Übergang von zyklisch zu azyklisch (anöstrisch) und vice versa während der Frühjahrs- und Herbstmonate, unter künstlichen Dauerlicht- (LL) oder Dauerdunkelbedingungen (DD) sowie bei größeren Stressbelastungen vor. Unsere mehrjährigen Beobachtungen unter weitgehend natürlichen Bedingungen zeigen, daß beide Geschlechter solitär leben und territorial sind. Weibchen sind streng territorial gegenüber Artgenossinnen, und sie räubern und zerstören jeden neu angelegten Bau eines fremden Weibchens. Männchen und deren Baue dulden sie in ihrem Territorium nur während der Fortpflanzungszeit. Die Territorien der Männchen sind wahrscheinlich größer als die der Weibchen. Die Goldhamstermännchen durchstreifen regelmäßig mehrere Weibchenterritorien und prüfen die Duftmarken am Baueingang. Treffen sie auf ein östrisches Weibchen, so folgen sie in den Bau. Ist das östrische Weibchen noch im Bau, so wird er geöffnet, und das Männchen dringt ein. Die Kopulationen finden im Bau des Weibchens statt, ziehen sich über fast die gesamte nächtliche Aktivitätszeit hin und werden nur von einem Männchen vollzogen. Eine Zyklussynchronisation der Territoriumsnachbarinnen würde zusätzliche Konkurrenz schaffen und auch den Fortpflanzungserfolg der Männchen reduzieren, die pro Nacht nur einen Bau

aufsuchen. Deshalb sollten benachbarte Weibchen kein phasensynchrones Paarungsverhalten aufweisen.

Vergleichend untersucht wurden über 120 Tage insgesamt 48 Goldhamsterweibchen (*Mesocricetus auratus* Waterhouse, 1839) des Zuchtstocks Zoh: GOHA im Alter von 12–14 Wochen zu Beginn der Untersuchungen. Sie wurden einzeln gehalten (a) ohne physische Kontaktmöglichkeiten in den üblichen Käfigen (Plastikschale 60×40×20 cm mit Drahtdeckel) in einem Regal nebeneinander stehend und (b) in Anlehnung an die Freilandsituation in sechs 80×60×40 cm großen Drahtkäfigen mit 1 cm Maschenweite und physischen Kontaktmöglichkeiten zu benachbarten Weibchen und einem Männchen (Abb. 1). Alle untersuchten Tiere befanden sich gemeinsam mit anderen Männchen, Weibchen und Jungtieren in einem fensterlosen Raum mit L : D = 12 : 12 (300 : 5 lx), Licht-an um 7.00 Uhr MEZ, Temperatur 24 ± 1 °C, relative Luftfeuchte 65–75%. Pelletiertes Standardfutter und kommunales Leitungswasser standen ad libitum zur Verfügung. Die Untersuchungsgruppen von je 6 Weibchen wurden 100% zyklussynchron (92 d, 94 a, 94 b, 94 c, 94 d), 75% zyklyssynchron (92 b) und zyklusdesynchron (92 a, 92 e) zusammengestellt. Das Zyklusstadium wurde anhand der Scheiden-Abstrichbilder bestimmt, die in regelmäßig oder zufällig gewählten Abständen von allen Weibchen gleichzeitig angefertigt wurden. Die Berechnung des Synchronisationsgrades einer Untersuchungsgruppe erfolgte nach:

$$\text{Synchronisationsgrad} = \frac{\sqrt{(n_P - n_M)^2 + (n_Ö - n_D)^2}}{n}$$

n = Anzahl der Individuen im P = Proöstrus, Ö = Östrus, M = Metöstrus und D = Diöstrus

In diese Formel gehen die Phasenverschiebungen der Zyklen als Vektorlängen ein. Somit wird beispielsweise die Phasendifferenz zwischen zwei Weibchen im Proöstrus und Metöstrus stärker bewertet als zwischen zwei im Proöstrus und Östrus. Die untersuchte Gruppe gilt als „desynchron“ bis zu einem Synchronisationsgrad ≤ 0,70, da in einer 2er-Gruppe eine Zyklusdifferenz von nur einer Phase (z. B. P und Ö) als noch „synchron“ bewertet wird.

Einzeln gehaltene Goldhamsterweibchen in üblichen Käfigen ohne physische Kontaktmöglichkeiten behalten ihre Sexualzyklen über die Untersuchungszeit von 120 Tage unverändert bei, denn der Synchronisationsgrad der Untersuchungsgruppen bleibt konstant (Abb. 2 oben). Nur im Fall der Gruppe 94 c war bei einem Weibchen spontan der Zyklus um einen Tag verschoben. Können einzeln gehaltene Goldhamsterweibchen physischen Kontakt zu ihren Nachbarinnen und zu einem Männchen aufnehmen (Abb. 2 unten), dann beginnt nach etwa vier Wochen eine interindividuelle Zyklusdesynchronisation, so daß im Mittel nach sechs Wochen die 70%-Schwelle unterschritten wird und Desynchronität der Zyklen besteht. Dieser Zustand stabilisiert sich und in keinem Fall kann eine Resynchronisation beobachtet werden, auch nicht bei der von Beginn an zyklusdesynchronen, zusätzlichen Kontrollgruppe 92 e. Prüft man, bei welchen der Weibchen die Zyklusänderungen beginnen, so waren es 5mal die von drei Seiten mit zyklussynchronen Nachbarinnen umgebenen Weibchen (W3 und W4, Abb. 1) und nur 2mal die übrigen. Der Unterschied (5 : 2) ist gemessen am Erwartungswert (6 : 12) signifikant ($Chi^2 = 4{,}57$; $p = 0{,}03$), was ebenfalls für eine aktive Zyklusdesynchronisation spricht. Die dafür notwendigen Signale

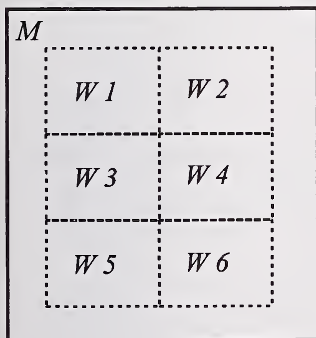


Abb. 1. Anordnung der mit je einem Weibchen (W1–W6) besetzten Drahtkäfige, die von einem Männchen (M) aufgesucht werden konnten.

scheinen olfaktorischer Art zu sein und nur im direkten Nahfeld zu wirken. Ob direkte physische Kontakte, ein individuelles Kennen oder Pheromone der Flanken- oder akzessorischen Geschlechtsdrüsen bzw. andere Substanzen im Kot oder Urin der Nachbarinnen oder des Männchens beteiligt sind, ist bisher unbekannt. Eine Übertragung mit dem Luftstrom über Strecken >10 cm oder eine akustische Kommunikation sind auszuschließen, denn die normale Käfignachbarschaft zu Weibchen und auch zu Männchen oder die Anwesenheit zyklussynchroner Tiere in einem Raum bewirken keine Desynchronisation.

Analoges wird für die zyklussynchronisierenden Mechanismen beschrieben. Zyklussynchronisation (McClintock 1978; French und Stribley 1987; Delcroix et al. 1990) und auch die Stabilisierung irregulärer Zyklen (Wallis et al. 1986) ist nur bei engeren Kontaktmöglichkeiten oder über Urin- und Kotmarken (Pellissier-Scott 1986) gegeben. Im

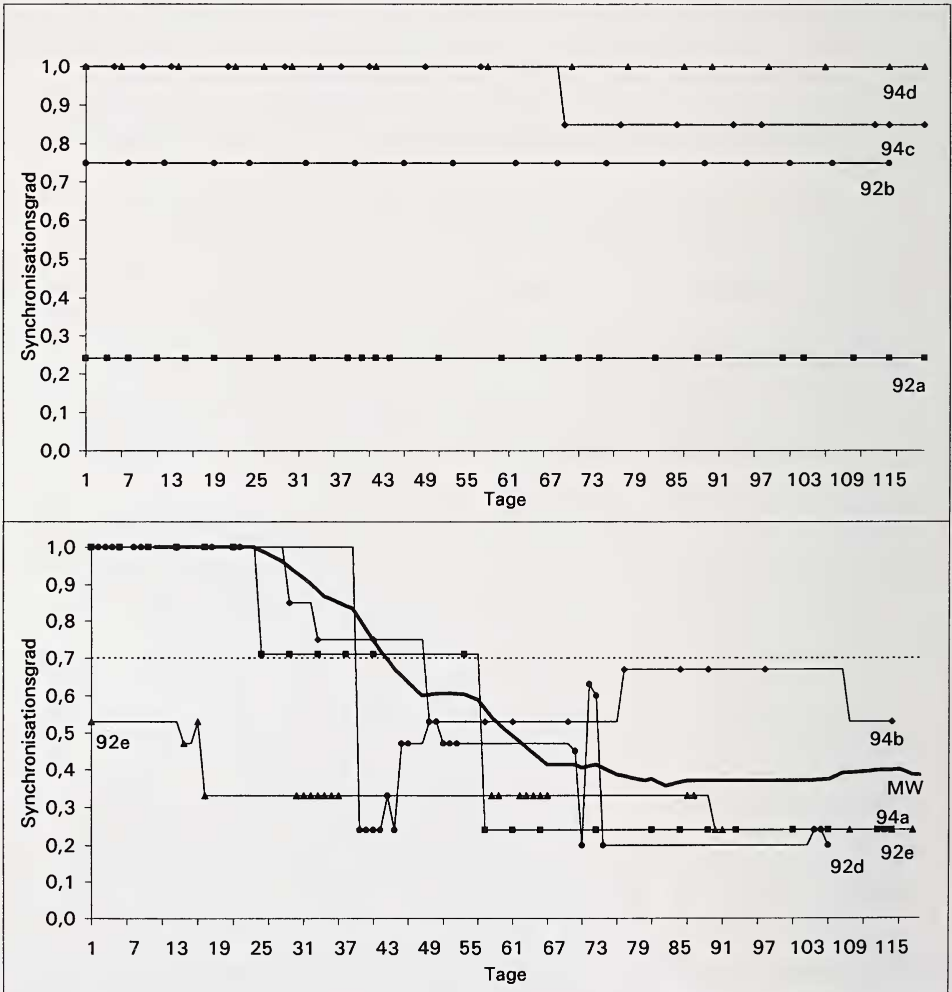


Abb. 2. Zyklusdesynchronisation zwischen einzeln gehaltenen Goldhamsterweibchen in üblichen Käfigen (oben) und in Drahtkäfigen mit physischen Kontaktmöglichkeiten (unten). Jeweils 6 Tiere pro Untersuchungsgruppe; Symbole kennzeichnen die unterschiedlichen Zeiten der Abstrichentnahme; MW = geglättete Mittelwertskurve (ohne Kontrollgruppe 92 e).

Gegensatz dazu stehen Untersuchungen von HANDELMANN et al. (1980), die abweichend von anderen (LAUBSCHER und MAGALHAES 1962; GROSS 1977; GATTERMANN et al. 1992), für Goldhamsterweibchen eine Zyklussynchronisation bereits nach 1–4 Tagen, d. h., innerhalb eines Zyklus ergaben. Eine erste Zyklussynchronisation beginnt bei Ratten nach 15–20 Tagen (3–5 Zyklen) und ist stabil nach 30 Tagen (7–8 Zyklen). Bei Frauen sind es 3–4 und 7 Monate bzw. Zyklen (MCCLINTOCK 1971).

Beim Goldhamster (Abb. 2 unten) sind erste Zyklusdesynchronisationen nach etwa 28 Tagen (7 Zyklen) erkennbar, eine Stabilität wird im Mittel zwischen 40–60 Tagen (10–25 Zyklen) erreicht, auch das bestätigt wiederum die außergewöhnliche Zyklusstabilität beim Goldhamsterweibchen. Zum anderen wird in Gruppen von 2–5 Weibchen sehr schnell eine despotische Rangordnung etabliert, und in Abhängigkeit von der sozialen Belastung (Soziostreß) kommt es bei den subordinierten Weibchen zu Zyklusirregularitäten und Anöstri, jedoch nicht zur Zyklussynchronisation (GATTERMANN et al. 1992).

Spermienkonkurrenz und „female choice" sind für Goldhamster unter Laborbedingungen nachgewiesen (HUCK und LISK 1985; HUCK et al. 1986), scheinen jedoch aufgrund der Territorialität der Männchen sowie der langen Aufenthaltsdauer immer nur eines Männchens im Bau bis zum Abschluß der Ovulation (1–3 h nach Mitternacht) für Freilandbedingungen von untergeordneter Bedeutung.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im Gegensatz zu sozial lebenden Arten, die solitären und streng territorialen Goldhamsterweibchen über keine Möglichkeiten der Zyklussynchronisation verfügen. Sie können aber ihre sich zufällig in Phase befindlichen Sexualzyklen wechselseitig desynchronisieren, wenn sie über ein eigenes Territorium verfügen und enge Kontaktmöglichkeiten zu den benachbarten Weibchen haben. Der Einfluß reproduktiver Männchen ist noch nicht abgeklärt, denn durch die Zyklusdesynchronisation wird das operationale Geschlechterverhältnis zugunsten der Männchen verschoben.

Danksagungen

Für die sorgfältige technische Assistenz danke ich Frau K. WAEGNER und Frau B. GEBHARDT. Herrn Dipl.-Physiker Dr. G. TSCHUCH möchte ich für Aufstellung der Formel zur Berechnung des Synchronisationsgrades danken.

Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Ga 434/1–2).

Literatur

DELCROIX, I.; MAUGET, R.; SIGNORET, J. P. (1990): Existence of synchronization of reproduction at the level of the social group of the European wild boar *Sus scrofa*. J. Reprod. Fertil. **89**, 613–618.

FRENCH, J. A.; STRIBLEY, J. A. (1987): Synchronization of ovarian cycles within and between social groups in golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). Am. J. Primat. **12**, 469–478.

FRITZSCHE, P. (1987): Zur Infradianrhythmik (Circaquadrianrhythmik) des Goldhamsters (*Mesocricetus auratus*). Zool. Jb. Physiol. **91**, 403–418.

GATTERMANN, R.; FRITZSCHE, P.; KRAMER, S. (1985): Zur Biorhythmik des Goldhamsters. 3. Infradiane Rhythmen. Zool. Jb. Physiol. **89**, 279–285.

GATTERMANN, R.; NEUHÄUSER, P.; MILER, H. (1992): Zur sozialen Synchronisation biologischer Rhythmen bei weiblichen Goldhamstern. In: Verh. Deutschen Zool. Ges. Stuttgart, Jena, New York: Fischer Verlag. Pp.111.

GROSS, G. H. (1977): A technique for sustained synchronization of hamster estrous cycles by hormonal means. Horm. Behav. **9**, 23–31.

HANDELMANN, G.; RAVIZZA, R.; RAY, W. J. (1980): Social dominance determines estrous entrainment among females hamsters. Horm. Behav. **14**, 107–115.

HUCK, U. W.; LISK, R. D. (1985): Determinants of mating success in the golden hamster. IV. Sperm competition. Behav. Ecol. Sociobiol. **17**, 239–252.

Huck, U. W.; Lisk, R. D.; Allison, J. C.; van Dongen, C. G. (1986): Determinants of mating success in the golden hamster: Social dominance and mating tactics under seminatural conditions. Anim. Behav. **34**, 971–989.
Laubscher, J. A.; Magalhaes, W. (1962): The estrous cycle in golden hamster. Am. Zool. **2**, 423.
McClintock, M. K. (1971): Menstrual synchrony and suppression. Nature **229**, 244.
McClintock, M. K. (1978): Estrous synchrony and its mediation by airborne chemical communication (*Rattus norvegicus*). Horm. Behav. **10**, 264–276.
McClintock, M. K. (1981): Social control of the ovarian cycle and the function of estrous synchrony. Amer. Zool. **21**, 243–246.
Pellissier-Scott, M. (1986): The timing and synchrony of seasonal breeding in the marsupial *Antechinus stuartii* interaction of environmental and social cues. J. Mammalogy **67**, 551–560.
Wallis, J.; King, B. J.; Roth-Meyer, Ch. (1986): The effect of female proximity and social interaction on the menstrual cycle of crab-eating monkeys (*Macaca fascicularis*). Primates **27**, 83–94.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. habil. Rolf Gattermann, Institut für Zoologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Domplatz 4, D-06108 Halle/Saale